

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2705657号

(45)発行日 平成10年(1998) 1月28日

(24)登録日 平成 9 年(1997)10月 9 日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 6 4 G 1/50

識別記号

庁内整理番号

F I

B 6 4 G 1/50

技術表示箇所

B

請求項の数3(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平7-221311

(22)出願日 平成 7 年(1995) 8 月30日

(65)公開番号 特開平9-58600

(43)公開日 平成 9 年(1997) 3 月 4 日

(73)特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72)発明者 萩野 慎二

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気  
株式会社内

(74)代理人 弁理士 若林 忠

審査官 平城 俊雅

(56)参考文献 特開 平 1-212699 (J P, A)

特開 昭62-53300 (J P, A)

(54)【発明の名称】 人工衛星の熱制御方式

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発熱変動の大きい人工衛星搭載機器と、安定な熱供給源と、相の転移によって熱伝導率が変化する相転移物質と、該安定な熱供給源と該相転移物質とを接続する第 1 の伝導経路と、該発熱変動の大きい人工衛星搭載機器と該相転移物質とを接続する第 2 の伝導経路とを有する人工衛星において、前記発熱変動の大きい人工衛星搭載機器が、放熱面を備え、前記相転移物質が、高温の状態にあるときに呈する第 1 の相では熱伝導率が小さくなり、低温の状態にあるときに呈する第 2 の相では熱伝導率が大きくなる性質を備え、前記第 1 の伝導経路と前記第 2 の伝導経路とが、前記安定な熱供給源から該相転移物質を介して該発熱変動の大

2

きい人工衛星搭載機器に熱を供給し、

該相転移物質の温度変化にしたがって相が変化することによる該相転移物質の熱伝導率の変化を利用して、受動的に熱制御が行われて、該人工衛星搭載機器の下限温度を一定に保持することを特徴とする、人工衛星の熱制御方式。

【請求項 2】 前記相転移物質の温度が、前記発熱変動の大きい人工衛星搭載機器の温度よりも高く、かつ、前記安定な熱供給源の温度よりも低い、請求項 1 に記載の人工衛星の熱制御方式。

【請求項 3】 前記相転移物質の相転移温度が、該相転移物質の熱伝導率が前記第 1 の相の熱伝導率のまま保持されるときに前記発熱変動の大きい人工衛星搭載機器が最低温度に到達した状態における該相転移物質の到達温度よりも高く、

かつ、該相転移物質の熱伝導率が前記第2の相の熱伝導率のまま保持されるときに該発熱変動の大きい人工衛星搭載機器が最低温度に到達した状態における該相転移物質の到達温度よりも低い、請求項1または2に記載の人工衛星の熱制御方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人工衛星の熱制御方式に関し、特に人工衛星搭載機器の下限温度を一定に保持する制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、人工衛星の搭載機器の下限温度を一定に保持する方式としては、搭載機器に温度検出用センサと加温用ヒータを取り付け、搭載機器が設定温度以下とならないように、自動ヒータ制御で保温する方式が一般的であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の人工衛星の搭載機器の下限温度を一定に保持する熱制御方式では、一般的にヒータ制御が用いられてきた。しかし、この従来の熱制御方式では保温用ヒータを用いるので、余分な電力が必要になり、また、保温用ヒータを制御するための電子回路が必要になるという問題点がある。

【0004】このような点に鑑み本発明は、相転移物質の温度変化にしたがって相が変化することによる相転移物質の熱伝導率の変化を利用して、受動的に熱制御を行い、人工衛星の搭載機器の消費電力を低減することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の人工衛星の熱制御方式は、発熱変動の大きい人工衛星搭載機器と、安定な熱供給源と、相の転移によって熱伝導率が変化する相転移物質と、該安定な熱供給源と該相転移物質とを接続する第1の伝導経路と、該発熱変動の大きい人工衛星搭載機器と該相転移物質とを接続する第2の伝導経路とを有する人工衛星であって、前記発熱変動の大きい人工衛星搭載機器が、放熱面を備え、前記相転移物質が、高温の状態にあるときに呈する第1の相では熱伝導率が小さくなり、低温の状態にあるときに呈する第2の相では熱伝導率が大きくなる性質を備え、前記第1の伝導経路と前記第2の伝導経路とが、前記安定な熱供給源から該相転移物質を介して該発熱変動の大きい人工衛星搭載機器に熱を供給し、該相転移物質の温度変化にしたがって相が変化することによる該相転移物質の熱伝導率の変化を利用して、受動的に熱制御が行われて、該人工衛星搭載機器の下限温度を一定に保持する。

【0006】上記本発明の人工衛星の熱制御方式は、前記相転移物質の温度が、前記発熱変動の大きい人工衛星搭載機器の温度よりも高く、かつ、前記安定な熱供給源

の温度よりも低い。

【0007】また、上記本発明の人工衛星の熱制御方式は、前記相転移物質の相転移温度が、該相転移物質の熱伝導率が前記第1の相の熱伝導率のまま保持されるときに前記発熱変動の大きい人工衛星搭載機器が最低温度に到達した状態における該相転移物質の到達温度よりも高く、かつ、該相転移物質の熱伝導率が前記第2の相の熱伝導率のまま保持されるときに該発熱変動の大きい人工衛星搭載機器が最低温度に到達した状態における該相転移物質の到達温度よりも低い。

【0008】

【発明の実施の形態】このように、本発明の人工衛星の熱制御方式においては、熱制御の対象となる人工衛星の搭載機器の発熱量が大きいときには、搭載機器の放熱面から放熱を行い、熱供給源からの熱供給を抑えることによって、搭載機器の温度を許容上限温度よりも低く保持している。

【0009】搭載機器の発熱量が小さくなると、搭載機器の温度は下降し始め、安定な熱供給源との温度差は大きくなっていく。これによって、安定な熱供給源と搭載機器との間に挿入された相転移物質の温度も下降していき、相の遷移点となる温度に達した時点で、相転移物質は液相から固相への転移が進む。

【0010】液相から固相への転移によって、相転移物質の熱伝導率が増加するので、相転移物質を介して安定した熱供給源から搭載機器に熱供給を行っている伝導経路の熱抵抗が減少し、熱供給源との熱結合が増大する。そして、搭載機器の温度を上げる方向へのフィードバックがかかり、相転移物質の温度は相転移温度に保持されたままとなり、搭載機器の下限温度は安定する。

【0011】

【実施例】次に本発明の実施例について、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】図1は、本発明の一実施例が適用される人工衛星搭載機器の熱制御装置を示す概念図である。図1は、発熱変動の大きい人工衛星の搭載機器（以下、搭載機器と記述する）1と、安定な熱供給源（以下、熱供給源と記述する）2と、相転移物質である水を封入したケース（以下、封入ケースと記述する）3と、搭載機器1と封入ケース3との間に挿入されたヒートパイプ4aと、熱供給源2と封入ケース3との間に挿入されたヒートパイプ4bと、搭載機器1の発熱を放熱するために搭載機器1に取り付けられている放熱面5とを有する構成となっている。

【0013】ヒートパイプ4a、4bは、熱供給源2から封入ケース3を介して搭載機器1に熱供給を行うために設けられている。ここで、ヒートパイプ4bから封入ケース3を介してヒートパイプ4aまでを、熱供給源2から搭載機器1に供給される熱の伝導経路と称する。

【0014】本実施例においては、相転移物質として水

## 5

を用いているが、液体（高温）では熱伝導率が小さくなり、固体（低温）では熱伝導率が大きくなる物質であれば、他の物質を用いても良い。

【0015】図1において、搭載機器1の発熱量が最大ときには、搭載機器1は、搭載機器1の自己発熱量 $Q_A$ と熱供給源2から供給される熱量 $Q_B$ とを合計した発熱量 $(Q_A + Q_B)$ に相当する熱量を、放熱面5から放熱する。このとき、搭載機器1の温度 $T_A$ は、発熱量 $(Q_A + Q_B)$ と放熱量とのバランスがとれた温度に保持されている。ここで、熱供給源2の温度を $T_B$ として、封入ケース3の温度を $T_C$ とすると、下記の式(1)の関係が成り立つ。

$$【0016】 T_B > T_C > T_A \quad (1)$$

次に、搭載機器1の発熱量が小さくなり $Q_A^*$ となると、発熱量 $(Q_A^* + Q_B)$ と放熱量とのバランスがとれなくなり、その温度のままでは放熱量の方が多くなる。放熱量は搭載機器1の温度の関数で表されるので、搭載機器1の発熱量が小さくなることによって新たな平衡温度 $T_A^*$ が存在し、搭載機器1の温度 $T_A$ は温度 $T_A^*$ に収束するべく下降を始める。それに連動して、封入ケース3の温度 $T_C$ も、上記の式(1)の関係を保持したまま下降する。

【0017】そして、封入ケース3の温度 $T_C$ が相転移温度である $0^\circ\text{C}$ に達し、封入ケース3内の相転移物質の相が水から氷に変化すると、封入ケース3内の相転移物質の熱伝導率は、 $0^\circ\text{C}$ の水の熱伝導率 $0.561 [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ から $0^\circ\text{C}$ の氷の熱伝導率 $2.2 [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ に変化する。

【0018】このように、相が水（液体）から氷（固体）に変化することによって、封入ケース3内の相転移物質の熱伝導率が約4倍になるので、熱供給源2から搭載機器1に供給される熱の伝導経路の熱抵抗は熱伝導率の逆数である $1/4$ 程度に減少し、このため、熱供給源2との熱結合が4倍程度に増大する。したがって、熱供給源2から搭載機器1に供給される熱量は増大する。

【0019】これによって、図1に示した熱制御装置には、搭載機器1の温度 $T_A$ を上昇させようとする方向にフィードバックがかかり、封入ケース3の温度 $T_C$ は水から氷への相転移温度である $0^\circ\text{C}$ で安定する。また、搭載機器1の温度 $T_A$ は、 $T_C$ が相変化する温度に達した

## 6

時点における機器温度で安定する。このとき、封入ケース3内の相転移物質は水と氷とが混在した状態となり、その熱伝導率は、 $0^\circ\text{C}$ の水の熱伝導率と $0^\circ\text{C}$ の氷の熱伝導率との間の値を保持する。この結果、搭載機器1の下限温度 $T_A$ は、一定温度で保持されることになる。この場合にも、上記の式(1)の関係は保持されている。

【0020】なお、図1に示した熱制御装置において、上述のフィードバックが安定に動作して、搭載機器1の発熱量が多少変動しても一定温度で保持される系を構成するためには、熱供給源2から搭載機器1に供給される熱の伝導経路において、相転移温度における相転移物質の熱伝導率が水の熱伝導率を保持していると仮定したときに搭載機器1が最低温度 $T_{A(w)}$ に到達した場合の封入ケース3内の相転移物質の温度を $T_{C(w)}$ として、相転移温度における相転移物質の熱伝導率が氷の熱伝導率を保持していると仮定したときに搭載機器1が最低温度 $T_{A(i)}$ に到達した場合の封入ケース3内の相転移物質の温度を $T_{C(i)}$ とすると、封入ケース3内の相転移物質の相転移温度 $T_{C(PT)}$ は、下記の式(2)の関係を満足する必要がある。

$$【0021】$$

$$T_{C(i)} > T_{C(PT)} > T_{C(w)} \quad (2)$$

$$【0022】$$

【発明の効果】以上説明したように本発明は、保温ヒータを用いずに、相転移物質の温度変化にしたがって相が変化することによる相転移物質の熱伝導率の変化を利用して受動的に熱制御を行うことによって、人工衛星の搭載機器の下限温度を一定に保持することができ、人工衛星の搭載機器の消費電力を低減することができるという効果を有する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例が適用される人工衛星搭載機器の熱制御装置を示す概念図

## 【符号の説明】

- 1 発熱変動の大きい人工衛星の搭載機器
- 2 安定な熱供給源
- 3 水を封入したケース
- 4 a, 4 b ヒートパイプ
- 5 放熱面

【図1】

